



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 43 21 571 C2**

⑥ Int. Cl.⁷:
B 60 T 8/32
B 60 K 28/16
B 60 T 8/24
B 60 T 8/60

② Aktenzeichen: P 43 21 571.8-21
③ Anmeldetag: 29. 6. 1993
④ Offenlegungstag: 5. 1. 1994
⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 2. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

50) **Unionspriorität:**
172526/92 30.06.1992 JP
73) **Patentinhaber:**
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP
74) **Vertreter:**
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

② **Erfinder:**
Akuzawa, Kenji, Wako, Saitama, JP; Inagaki, Hiromi, Wako, Saitama, JP; Kawamoto, Yoshimichi, Wako, Saitama, JP; Saito, Wataru, Wako, Saitama, JP; Sakurai, Kazuya, Wako, Saitama, JP

③ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:**

| | |
|----|---------------|
| DE | 19 02 944 B2 |
| DE | 39 00 241 A1 |
| JP | 01-2 37 252 A |

5) Verfahren zur Steuerung der Radlängskraft eines Fahrzeugs

57 Verfahren zur unabhängigen Steuerung an mehrere Räder eines Fahrzeugs jeweils anzulegender Bremskräfte, umfassend:

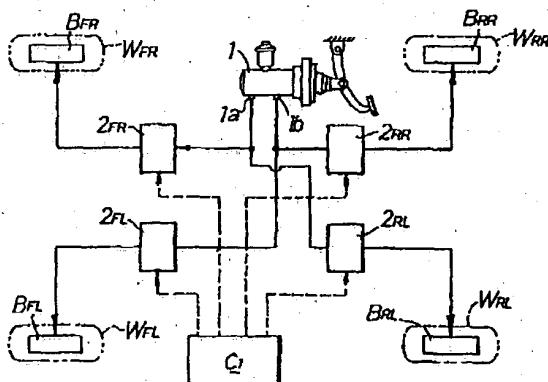
Bestimmen einer auf das Fahrzeug wirkenden Gesamtbremskraft (P_B) aus einer Summe der an die Räder (W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} , W_{RL}) anzulegenden jeweiligen Bremskräfte nach Maßgabe einer vom Fahrzeugfahrer ausgeübten Bremspedalbegrenzungskraft (F_B);

Bestimmen von an jedes der Räder (W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} , W_{RL}) anzulegenden Soll-Bremskräften (P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} , P_{RL}) durch Verteilen der Gesamtbremskraft (P_T) auf die Räder (W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} , W_{RL}) nach Maßgabe aus erfaßten Bewegungswerten der Fahrzeugkarosserie berechneter Verteilungsverhältnisse und

Steuern der an jedes der Räder (W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} , W_{RL}) anzulegenden Bremskräfte in Abhängigkeit von den an jedes der Räder (W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} , W_{RL}) anzulegenden Soll-Bremskräften (P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} , P_{RL}) dadurch gekennzeichnet.

dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Längs- und Querlage des Fahrzeugschwerpunkts unter Verwendung von Ausgangssignalen aus Beschleunigungssensoren (5, 6) berechnet wird, daß aus der errechneten Schwerpunktslage des Fahrzeugs entsprechenden Teillasten ($WT_{FR}', WT_{FL}', WT_{RR}', WT_{RL}'$) der einzelnen Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) auf jedes Rad wirkende und in ihrer Summe konstante Teillaststraten ($R_{FR}, R_{FL}, R_{RR}, R_{RL}, R_{RA}', R_{FL}', R_{RR}', R_{RL}'$) berechnet werden und

werden und daß die Soll-Bremskräfte (P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} , P_{RL}) für jedes Rad nach Maßgabe der Verteilung der Gesamtbremskraft (P_T) auf die einzelnen Räder (W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} , W_{RL}) auf der Basis der Tellastraten (R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} , R_{RL} ; R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' , R_{RL}') korrigiert werden.



DE 4321571 C2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur unabhängigen Steuerung an mehrere Räder eines Fahrzeugs jeweils anzulegender Bremskräfte sowie ein Verfahren zur unabhängigen Steuerung an Vorder- und Hinterräder eines Fahrzeugs anzulegender Antriebsdrehmomente.

Nach der JP-1-237 252 A ist es bekannt, festzustellen, ob eine Gierwinkel-Beschleunigung oberhalb eines vorgegebenen Werts liegt oder nicht. Je nach der getroffenen Feststellung werden die Bremskräfte, die auf die linken und rechten hinteren Räder des Fahrzeugs wirken, gesteuert, um die Bremskraft auf das kurveninnere Rad zu mindern und die Bremskraft auf das kurvenäußere Rad zu erhöhen. Das Verteilungsverhältnis wird nicht jederzeit gesteuert, und es erfolgt auch keine Verteilung der Bremskräfte zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern.

Aus der für Anspruch 1 gattungsbildenden DE 39 00 241 A1 ist es bekannt, die Sollbremsekraft von Vorderrädern und Hinterrädern bei vorgegebenem festem Kraftverteilungsverhältnis zu bestimmen und zu steuern.

Aus der DE 19 02 944 B2 ist es bekannt, ein Gyroskop zu verwenden, das im Gesamtschwerpunkt angeordnet ist, um die Verteilung der Radlasten zu ermitteln. Wenn beispielsweise die Querbeschleunigung 0,75 g überschreitet, wird die Steuerung betätigt und dadurch das Drosselventil gesteuert, und zwar jeweils unabhängig von der Bedienung durch einen Fahrer des Fahrzeugs.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Bremszustand oder den Antriebszustand eines Fahrzeugs jederzeit stabil herbeiführen zu können, wenn das Fahrzeug in Bewegung ist. Dabei soll ein optimaler Bremszustand oder Antriebszustand des Fahrzeugs erreicht werden, der jeweils eine maximale Längskraft und eine optimale Seitenkraft auf das Fahrzeug auszuüben gestattet. Das Fahrzeug soll also glatt innerhalb kurzer Zeit seine Sollbewegung erreichen.

Zur Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Verfahren zur unabhängigen Steuerung an mehrere Räder eines Fahrzeugs jeweils anzulegender Bremskräfte angegeben, umfassend: Bestimmen einer auf das Fahrzeug wirkenden Gesamtbremsekraft aus einer Summe der an die Räder anzulegenden jeweiligen Bremskräfte nach Maßgabe einer vom Fahrzeugfahrer ausgeübten Bremsbetätigungs Kraft; Bestimmen von an jedes der Räder anzulegenden Soll-Bremskräften durch Verteilen der Gesamtbremsekraft auf die Räder nach Maßgabe aus erfaßten Bewegungswerten der Fahrzeugkarosserie berechneter Verteilungsverhältnisse und Steuern der an jedes der Räder anzulegenden Bremskräfte in Abhängigkeit von den an jedes der Räder anzulegenden Soll-Bremskräften, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Längs- und Querlage des Fahrzeugschwerpunkts unter Verwendung von Ausgangssignalen aus Beschleunigungssensoren berechnet wird, daß aus der errechneten Schwerpunktlage des Fahrzeugs entsprechenden Teillasten der einzelnen Räder auf jedes Rad wirkende und in ihrer Summe konstante Teillastraten berechnet werden und daß die Soll-Bremskräfte für jedes Rad nach Maßgabe der Verteilung der Gesamtbremsekraft auf die einzelnen Räder auf der Basis der Teillastraten korrigiert werden.

Mit diesem Verfahren kann man die auf jedes der Räder wirkende Last normalisieren, um hierdurch die Leistungsfähigkeit jedes Rads maximal auszunutzen, während man die Lage des Fahrzeugs zufriedenstellend beibehält. Bevorzugt werden bei diesem Verfahren die den Rädern zugeteilten Teillasten bei stehendem Fahrzeug bestimmt und werden Längs- und Querbeschleunigungen des Fahrzeugs erfaßt, um die Richtung und den Betrag der scheinbaren Bewegung der Schwerpunktsposition des Fahrzeugs herauszufinden.

Die festgestellten Teillasten können in Abhängigkeit von der Richtung und dem Betrag der scheinbaren Bewegung der Schwerpunktsposition des Fahrzeugs korrigiert und die auf die Räder verteilten Lastraten für jedes Rad in Abhängigkeit von den korrigierten Lastraten herausgefunden werden. Auf diese Weise erhält man die Teillastraten mit einer sehr geringen Menge zu erfassender Daten.

Wenn man die Gesamtbremsekraft in Abhängigkeit von einer Abweichung zwischen einer erfaßten Verzögerung des Fahrzeugs und einer auf Basis der Gesamtlängskraft bestimmten Sollverzögerung des Fahrzeugs korrigiert, erhält man eine universelle Steuerung der Verzögerung, die durch ein Erhöhen oder Verringern des Gesamtgewichts und durch Fahren auf nach oben oder nach unten geneigten Fahrbahnen nicht beeinflußbar ist, und dies ohne Verwendung von Lastsensoren.

Zur Lösung der Aufgabe wird ferner erfindungsgemäß ein Verfahren zur unabhängigen Steuerung an Vorder- und Hinterräder eines Fahrzeugs anzulegender Antriebsdrehmomente angegeben, umfassend: Bestimmen eines Gesamtantriebsdrehmoments als einer Summe der an die Räder anzulegenden Antriebsdrehmomente; Bestimmen von an die Räder jeweils anzulegenden Soll-Antriebsdrehmomenten durch Verteilen des Gesamtantriebsdrehmoments auf die Räder nach Maßgabe aus erfaßten Bewegungswerten der Fahrzeugkarosserie berechneter Verteilungsverhältnisse und Steuern der an jedes der Räder angelegten Antriebsdrehmomente in Abhängigkeit von den an jedes der Räder anzulegenden Soll-Antriebsdrehmomenten, wobei die jeweilige Längs- und Querlage des Fahrzeugschwerpunkts unter Verwendung von Ausgangssignalen aus Beschleunigungssensoren berechnet wird, wobei aus der errechneten Schwerpunktlage des Fahrzeugs entsprechenden Teillasten der einzelnen Räder auf jedes Rad wirkende Teillastraten berechnet werden und wobei die Soll-Antriebsdrehmomente für jedes Rad nach Maßgabe der berechneten Teillastraten korrigiert werden.

Weiter kann ein Solldrehbetrag des Fahrzeugs in Abhängigkeit vom Lenkbetrag bestimmt und ein tatsächlicher Ist-Drehbetrag des Fahrzeugs erfaßt werden. Die Verteilung der Soll-Längskräfte auf die Räder kann man in Abhängigkeit von einer Abweichung zwischen dem Solldrehbetrag und dem Istdrehbetrag ändern, derart, daß die Summe dieser Soll-Längskräfte konstant ist. Hierdurch kann man die Längskräfte auf die Räder verteilen, während man die Beschleunigung und Verzögerung konstant hält, so daß man eine stabile Längsbeschleunigung und eine Drehbewegung entsprechend der Lenkbetätigung erhält.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeugbremssystem gemäß einer ersten Ausführung;

Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm einer Steuereinheit;

Fig. 3 zeigt das Verhältnis zwischen dem Gesamtbremssfluiddruck und der Bremspedaldruckkraft;

Fig. 4 zeigt ein Diagramm der Scheinbewegung der Schwerpunktsposition in Längsrichtung des Fahrzeugs;

Fig. 5 zeigt die Scheinbewegung der Schwerpunktsposition in einer Querrichtung des Fahrzeugs;

Fig. 6 zeigt die scheinbare Änderung der Schwerpunktsposition auf X-Y-Koordinaten;

Fig. 7 zeigt das Verhältnis zwischen Korrekturrate und der Fahrzeuggeschwindigkeit;

Fig. 8 zeigt das Verhältnis zwischen Korrekturrate und einer X-Ordinate von Fig. 6 der gedämpften Schwerpunktsposition;

Fig. 9 zeigt das Verhältnis zwischen Korrekturrate und ei-

ner Y-Abszisse von Fig. 6 der geänderten Schwerpunktposition;

Fig. 10 zeigt in einem Blockdiagramm ein Giersteuerbetrag-Berechnungsmittel;

Fig. 11 zeigt das Verhältnis zwischen Bezugsgierrate zur Fahrzeuggeschwindigkeit;

Fig. 12 zeigt das Verhältnis zwischen Korrekturrate und Fahrzeuggeschwindigkeit;

Fig. 13 zeigt das Verhältnis zwischen Korrekturrate und Längsbeschleunigung;

Fig. 14 zeigt das Verhältnis zwischen Korrekturrate und Querbeschleunigung;

Fig. 15 zeigt ein Fahrzeugantriebssystem gemäß einer zweiten Ausführung;

Fig. 16 zeigt ein Blockdiagramm einer Steuereinheit;

Fig. 17 zeigt eine alternative Ausführung eines Fahrzeugantriebssystems;

Fig. 18 zeigt eine weitere Alternative eines Fahrzeugantriebssystems; und

Fig. 19 zeigt eine alternative Ausführung eines Fahrzeugbrems/Antriebssystems.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen eine erste Ausführung.

Gemäß Fig. 1 ist eine rechte Vorderradbremse B_{FR} an einem rechten Vorderrad W_{FR} eines vierradbetriebenen Kraftfahrzeugs angebracht, eine linke Vorderradbremse B_{FL} ist an einem linken Vorderrad W_{FL} angebracht, eine rechte Hinterradbremse B_{RR} ist an einem rechten Hinterrad W_{RR} angebracht und eine linke Hinterradbremse B_{RL} ist an einem linken Hinterrad W_{RL} angebracht. Die Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} haben gleiche Eigenschaften.

Ein Tandemhauptbremszylinder 1 enthält ein Paar Auslaßöffnungen 1a und 1b. Eine der Ausgangsöffnungen 1a ist durch einen Modulator 2_{FR}, der einen Fluideindruck steuern kann, mit der rechten Vorderradbremse B_{FR} und weiter durch einen Modulator 2_{RL} mit der linken Hinterradbremse B_{RL} verbunden. Die andere Öffnung 1b ist durch einen Modulator 2_{FL} mit der linken Vorderradbremse B_{FL} und weiter durch einen Modulator 2_{RR} mit der rechten Hinterradbremse B_{RR} verbunden.

Der Betrieb jedes der Modulatoren 2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR} und 2_{RL} und somit der jeder der Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} zugeführte Bremsfluiddruck wird durch ein Steuersystem C₁ unabhängig voneinander gesteuert.

Gemäß Fig. 2 sind mit dem Steuersystem C₁ verbunden: ein Pedalkrafterfassungssensor 3 zur Erfassung einer Pedalniederdruckkraft P_B als ein Betrag der Bremsbetätigung durch ein Bremspedal (nicht gezeigt); ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 zur Erfassung einer Fahrzeuggeschwindigkeit V, ein Längsbeschleunigungssensor 5 zum Erfassen einer Beschleunigung G_{sx} in einer Längsrichtung des Fahrzeugs; ein Querbeschleunigungssensor 6 zum Erfassen einer Beschleunigung G_{sy} in einer Querrichtung des Fahrzeugs; ein Lenkwinkelsensor 7 zum Erfassen eines Lenkwinkels θ als einen Lenkbetrag durch ein Lenkrad (nicht gezeigt) und ein Gierratensensor 8 zum Erfassen einer Gierrate Y_A als ein Istdrehbetrag des Fahrzeugs.

Das Steuersystem C₁ umfaßt: ein Gesamtlängskraftbestimmungsmittel 9 zur Bestimmung eines Gesamtbremsfluiddrucks P_T für die vier Räder auf Basis eines durch den Pedalkraftsensor 3 erfaßten Werts; ein Verzögerungskorrekturmittel 10 zur Korrektur des in dem Gesamtlängskraftbestimmungsmittel 9 bestimmten Gesamtbremsfluiddrucks P_T durch einen Verzögerungssteuerbetrag P_G zur Bildung eines ersten korrigierten Gesamtbremsfluiddruck P_{T1} ; ein Verstärkungsgradkorrekturmittel 11 zum Anlegen einer Verstärkungsgradkorrektur an den ersten korrigierten Gesamtbremsfluiddruck P_{T1} zur Bildung eines zweiten korrigierten Gesamtbremsfluiddrucks P_{T2} ; ein Schwerpunktpositionsberechnungsmittel 12 zur Berechnung der Richtung und des Betrags einer Scheinbewegung der Schwerpunktposition des Fahrzeugs auf Basis der Längs- und Querbeschleunigungen G_{sx} und G_{sy} , ein Giersteuerbetragberechnungsmittel 13 zum Berechnen eines Giersteuerbetrag Y_C auf Basis des Gesamtbremsfluiddrucks P_T , der Fahrzeuggeschwindigkeit V, der Längs- und Querbeschleunigung G_{sx} und G_{sy} , des Lenkwinkels θ und der erfaßten Gierrate Y_A ; ein Teillastratenberechnungsmittel 14 zur Berechnung auf die vier Räder verteilter Lastraten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} auf Basis der in dem Schwerpunktpositionsberechnungsmittel 12 und dem Giersteuerbetragberechnungsmittel 13 berechneten Beiträge; rechte und linke Vorder- und Hinterrad-Bremsfluiddruckberechnungsmittel 15_{FR}, 15_{FL}, 15_{RR} und 15_{RL} zur Berechnung von Sollbremsfluiddrücken P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} und P_{RL} für die Radbremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} als Soll-Längskräfte für die Räder jeweils auf Basis des zweiten korrigierten Gesamtbremsfluiddrucks P_{T2} und der Teillastraten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} ; und Antriebsmittel 16_{FR}, 16_{FL}, 16_{RR} und 16_{RL} jeweils zum unabhängigen Antrieb der Modulatoren 2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR} und 2_{RL} auf Basis der Sollbremsfluiddrücke P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} und P_{RL} .

Das Gesamtlängskraftbestimmungsmittel 9 bestimmt eine Gesamtbremsekraft, die eine Summe der an die vier Räder entsprechend der Pedalkraft P_B angelegten Längskräfte ist. Wenn Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} gleicher Ausführung an den vier Rädern W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} angebracht sind, sind die durch diese Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} ausgelösten Bremskräfte proportional zu den Bremsfluiddrücken, die jeweils unabhängig von den Modulatoren 2_{FR}, 2_{FL}, 2_{RR} und 2_{RL} gesteuert sind, und man kann die Gesamtbremsekraft als Gesamtlängskraft als Ausdruck eines Gesamtbremsfluiddrucks berechnen. Daher wird an die Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} angelegte Gesamtbremsfluiddruck P_T durch das Gesamtlängskraftbestimmungsmittel 9 auf Basis einer Karte bestimmt, die, wie in Fig. 3 gezeigt, entsprechend der Bremsniederdruckkraft P_B eingerichtet ist.

Der durch das Gesamtlängskraftbestimmungsmittel 9 erhaltene Gesamtbremsfluiddruck P_T wird dem Sollverzögerungsberechnungsmittel 17 zugeführt, wo eine Sollverzögerung G_0 entsprechend dem Gesamtbremsfluiddruck P_T bestimmt wird. Die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 erfaßte Fahrzeuggeschwindigkeit V wird einem Differenziermittel 54 zugeführt. Eine durch Differenzierung der Fahrzeuggeschwindigkeit V in dem Differenziermittel 54 erhaltene Fahrzeugverzögerung und die Sollverzögerung G_0 werden einem Steuerbetragberechnungsmittel 18 zugeführt, wo ein Verzögerungssteuerbetrag P_G auf Basis einer Abweichung zwischen der Sollverzögerung G_0 und der erfaßten Fahrzeugverzögerung berechnet wird.

Der Gesamtbremsfluiddruck P_T und der Verzögerungssteuerbetrag P_G werden dem Verzögerungskorrekturmittel 19 zugeführt, wo man erhält den ersten korrigierten Gesamtbremsfluiddruck P_{T1} durch Addieren des Verzögerungssteuerbetrag P_G zu dem Gesamtbremsfluiddruck P_T erhält.

Die durch den Längsbeschleunigungssensor 5 erfaßte Längsbeschleunigung G_{sx} und die durch den Querbeschleunigungssensor 6 erfaßte Querbeschleunigung G_{sy} werden dem Schwerpunktpositionsberechnungsmittel 12 zugeführt. Wenn die Koordinaten der Schwerpunktposition bei stehendem Fahrzeug durch (G_{x0}, G_{y0}) dargestellt sind, berechnet das Schwerpunktpositionsberechnungsmittel 12 die Richtung und den Betrag der Scheinbewegung der Schwerpunktposition mit einer Laständerung und den Koordinaten G_x , G_y , die einen Punkt scheinbarer Verschiebung der Schwerpunktposition auf Basis der berechneten Werte anzeigen.

Zu Fig. 4. Wenn die Höhe der Schwerpunktposition von einer Straßenoberfläche durch H dargestellt ist und der Schwerpunkt G gleich 1 ist ($G = 1$), wird der Betrag ΔX der Scheinbewegung der Schwerpunktposition in einer Fahrzeuglängsrichtung, das ist in einer X -Richtung, gemäß einem Ausdruck $\Delta X = G_{xy} \times H$ bestimmt.

Zu Fig. 5. Wenn die Höhe der Schwerpunktsposition von der Straßenoberfläche durch H dargestellt ist und der Schwerpunkt G gleich 1 ist ($G = 1$), wird der Betrag ΔY der Scheinbewegung des Schwerpunkts in einer Fahrzeugquerrichtung, d. h. in einer Y-Richtung, entsprechend einem Ausdruck $\Delta Y = G \cdot v \times H$ bestimmt.

Zu Fig. 6. Wenn weiter das Fahrzeuggesamtgewicht mit WTT, die auf die linken und rechten Vorder- und Hinterräder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} verteilten Lasten mit WT_{FR} , WT_{FL} , WT_{RR} und WT_{RL} ($WT_T = WT_{FR} + WT_{FL} + WT_{RR} + WT_{RL}$), der Radstand mit L_B und die Spurweite mit L_T bezeichnet sind, dann wird X-Ordinate G_{x0} der Koordinaten der Schwerpunktsposition bei stehendem Fahrzeug dargestellt durch

$$G_{X0} = \{L_B \cdot (WT_{FR} + WT_{FL})/WT_T\} + L_B/2$$

und die Y-Abszisse G_y der Koordinaten der Schwerpunkt-
sposition bei stehendem Fahrzeug wird dargestellt durch

$$G_{Y0} = \{L_T + (WT_{FL} + WT_{RL})/WT_T\} - L_T/2$$

Hierdurch wird die X-Ordinate G_x im Punkt scheinbarer Verschiebung der Schwerpunktsposition mit der Laständerung während Fahrt des Fahrzeugs gleich $G_{x0} + \Delta X$ ($G_x = G_{x0} + \Delta X$), und die Y-Abszisse G_y wird gleich $G_{y0} + \Delta Y$ ($G_y = G_{y0} + \Delta Y$).

Zurück zu Fig. 2. Die vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 erfasste Fahrzeuggeschwindigkeit V wird einem Fahrzeuggeschwindigkeits-entsprechenden Korrekturrate-bestimmungsmittel 19 zugeführt, wo eine Korrekturrate CG_1 entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit V auf Basis einer vorab eingerichteten Karte (Fig. 7) bestimmt wird, worin der Maximalwert dieser Korrekturrate CG_1 "1" ist.

Die X-Ordinate G_x der in dem Schwerpunktspositions berechnungsmittel 12 bestimmten Schwerpunktsposition in einem Laständerungszustand wird einem Längsbeschleunigungs-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsmittel 20 zugeführt, wo eine Korrekturrate C_{G2} entsprechend der X-Abszisse G_x auf Basis einer vorab eingerichteten Karte (Fig. 8) bestimmt wird. Die Karte wird in Hinblick einer Gewichtsbalance des Fahrzeugs, einer Reifengröße u. dgl. auf Basis der Tatsache bestimmt, daß die X-Abszisse G_x die Längsverteilung der Bremskräfte angibt und von einer Längskraft einer Reifen/Lastcharakteristik abhängt, wobei der Maximalwert dieser Korrekturrate C_{G2} "1" ist.

Weiter wird die Y-Abszisse G_y der in dem Schwerpunkt-positions-Berechnungsmittel 12 bestimmten Schwerpunkt-position in dem Laständerungszustand einem Querbeschleunigungsentsprechenden Korrekturratenbestimmungsmittel 21 zugeführt, wo eine Korrekturrate C_{G_y} entsprechend der Y-Abszisse G_y auf Basis einer vorab eingerichteten Karte (Fig. 9) bestimmt wird. Diese Karte ist in Hinblick auf die Gewichtsbalance des Fahrzeugs u. dgl. auf Basis der Tatsache eingerichtet, daß die Y-Abszisse G_y die Querverteilung der Bremskräfte angibt und von der Querkraft der Reifen/Lastcharakteristik abhängt, wobei der Maximalwert dieser Korrekturrate C_{G_y} "1" ist.

Die auf diese Weise erhaltenen Korrekturraten C_{G1} , C_{G2} und C_{G3} werden einem Durchschnittsberechnungsmittel 22 zugeführt, wo eine gemittelte Korrekturrate C_{GA1} durch Teilen einer Summe der Korrekturraten C_{G1} , C_{G2} und C_{G3}

durch einen Korrekturfaktor, d. h. 3, bestimmt wird. Die gemittelte Korrekturrate C_{GA1} wird dem Verstärkungsgradkorrekturmittel 11 zugeführt, wo ein Verstärkungsgrad-korre-gierter zweiter korrigierter Gesamtbremsfluiddruck P_{T2} dadurch bestimmt wird, daß man die Korrekturrate C_{GA1} mit dem ersten korrigierten Gesamtbremsfluiddruck P_{T1} multipliziert.

Durch die Korrektur des Verstärkungsgrades nimmt die Bremskraft mit kleiner werdender Korrekturrate C_{GA1} ab, so daß das Rad nur schwer blockieren kann und eine Kurvenführungs Kraft beibehalten wird, um hierdurch die Fahrstabilität der Fahrzeugkarosserie zu verbessern. Die in den Fig. 7 bis 9 gezeigten Karten können in Abhängigkeit davon eingestellt werden, ob eine Bremskraft oder die Sicherheit wichtiger ist.

Durch Nehmen einer Korrekturkarte entsprechend der Pedalniederdrückkraft, der Änderungsrate der Pedalniederdrückkraft u. dgl. erhält man ein verbessertes Bremsgefühl durch eine genaue Verstärkungskorrektur. Wenn weiter eines der Korrekturelemente nicht korrigiert wird, kann man die Korrekturrate dieses Korrekturelements auf "1" setzen.

Zu Fig. 10. Das Giersteuerbetragberechnungsmittel 13 umfaßt einen Bezugsgierratenberechnungsabschnitt 22 zur Berechnung einer Bezugsgierrate Y_B als Solldrehbeitrag auf Basis der durch den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 4 erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit V sowie des durch den Lenkwinkelsensor 7 erfaßten Lenkwinkels θ ; einen Abweichungsberechnungsabschnitt 23 zur Berechnung einer Abweichung ΔY zwischen einer durch den Gieratenerfassungssensor 8 erfaßten Istgierrate Y_A und der Bezugsgierrate Y_B ; einen Steuerbetragberechnungsabschnitt 24 zur Berechnung eines Giersteuerbetrag Y_E durch eine PID-Berechnung auf Basis der Abweichung ΔY ; einen Fahrzeuggeschwindigkeits-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsabschnitt 25 zur Bestimmung einer Korrekturrate C_{G4} entsprechend der durch den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit V ; einen Längsbeschleunigungs-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsabschnitt 26 zur Bestimmung einer Korrekturrate C_{G5} entsprechend der durch den Längsbeschleunigungssensor 5 erfaßten Längsbeschleunigung G_{sx} ; einen Querbeschleunigungs-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsabschnitt 27 zur Bestimmung einer Korrekturrate C_{G6} entsprechend der durch den Querbeschleunigungssensor 6 erfaßten Querbeschleunigung G_{sy} ; einen Durchschnittsberechnungsabschnitt 28 zum Mitteln der Korrekturraten C_{G4} , C_{G5} und C_{G6} zur Bildung einer Durchschnittskorrekturrate C_{GA2} ; einen Verstärkungskorrekturabschnitt 29 zur Bildung einer Verstärkungskorrektur durch Multiplikation der Korrekturrate C_{GA2} mit dem Giersteuerbetrag Y_E ; und einen kombinierten Berechnungsabschnitt 30 zur Berechnung eines Giersteuerbetrag Y_C in Kombination mit einer Steuerung des Bremsfluiddrucks auf Basis des in dem Gesamtlängskraftbestimmungsmittel 9 bestimmten Gesamtbremsfluiddrucks P_T sowie des Verstärkungs-korrigierten Steuerbeitrags Y_E .

In dem Bezugsgierratenberechnungsmittel 22 wird eine Gierratenübertragungsfunktion bei jeder Fahrzeugges-

schwindigkeit bei jedem Eingangssteuerwinkel θ berechnet, z. B. mit einem Intervall von 10 km/hr, um hierdurch eine Karte einzurichten, wie sie in Fig. 11 gezeigt ist. Eine Bezugsgierrate Y_1 erhält man durch Interpolation entsprechend einer Eingangsfahrzeuggeschwindigkeit V . Hierdurch erhält man auch während einer Bremsung mit großer Geschwindigkeitsänderung eine geeignete Bezugsgierrate Y_B .

In dem Fahrzeuggeschwindigkeits-abhängigen Korrekturratenbestimmungsabschnitt 25 wird eine Korrekturrate C_{G4} entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit V auf Basis

einer vorab eingerichteten Karte (Fig. 12) bestimmt. In dem Längsbeschleunigungs-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsabschnitt 26 wird eine Korrekturrate C_{G4} entsprechend der Längsbeschleunigung G_{sx} auf Basis einer vorab eingerichteten Karte (Fig. 13) bestimmt. In dem Querbeschleunigungs-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsabschnitt 27 wird eine Korrekturrate C_{G6} entsprechend der Querbeschleunigung G_{sy} auf Basis einer vorab eingerichteten Karte (Fig. 14) bestimmt.

Die in obiger Weise erhaltenen Korrekturraten C_{G4} , C_{G5} und C_{G6} werden dem Durchschnittsberechnungsabschnitt 28 zugeführt, worin man eine gemittelte Korrekturrate C_{GA2} dadurch erhält, daß man die Summe der Korrekturraten C_{G4} , C_{G5} und C_{G6} durch 3 teilt. In dem Verstärkungskorrekturabschnitt 29 erhält man einen verstärkungskorrigierten Giersteuerbetrag Y_{BC} durch Multiplikation der Korrekturrate C_{GA2} mit dem Giersteuerbetrag Y_E .

In dem kombinierten Berechnungsabschnitt 30 wird eine Berechnung entsprechend $Y_C = Y_{BC} \times (2/P_T)$ auf Basis des verstärkungskorrigierten Giersteuerbetrags Y_{BC} und des Gesamtbremsfluiddrucks P_T ausgeführt, und hierdurch erhält man von dem kombinierten Berechnungsabschnitt 30 einen Giersteuerbetrag Y_C in Kombination mit der Bremsfluiddrucksteuerung.

In dem Teillastverhältnisberechnungsmittel 14 werden die auf die vier Räder nach Laständerung verteilte Last und Zuordnungen des Giersteuerbetrags Y_C zu den vier Rädern berechnet, und auf deren Basis werden die auf die vier Räder verteilten Lastraten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} , R_{RL} bestimmt.

Als ein Ergebnis einer Scheinänderung der Schwerpunktposition ist eine Last WT_F auf beide Vorderräder W_{FR} und W_{FL} gleich $(0,5 \times L_B + G_X) \times WT_T / L_B$, und eine Last WT_R auf beide Hinterräder W_{RR} und W_{RL} ist gleich $WT_T - WT_F$. Wenn die auf das rechte Vorderrad W_{FR} , das linke Vorderrad W_{FL} , das rechte Hinterrad W_{RR} und das linke Hinterrad W_{RL} verteilten Lasten durch WT_{FR}' , WT_{FL}' , WT_{RR}' und WT_{RL}' dargestellt sind, ergeben sich diese Teillasten WT_{FR}' , WT_{FL}' , WT_{RR}' und WT_{RL}' durch die folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} WT_{FL}' &= (0,5 \times L_T + G_Y) \times WT_F / L_T \\ WT_{FR}' &= WT_F - WT_{FL}' \\ WT_{RL}' &= (0,5 \times L_T + G_Y) \times WT_R / L_T \\ WT_{RR}' &= WT_R - WT_{RL}' \end{aligned}$$

Wenn die Zuordnungen des Giersteuerbetrags Y_C zu dem rechten Vorderrad W_{FR} , dem linken Vorderrad W_{FL} , dem rechten Hinterrad W_{RR} und dem linken Hinterrad W_{RL} durch Y_{CFL} , Y_{CFL}' , Y_{CRR} und Y_{CRL} dargestellt sind, ergeben sich diese Zuordnungen Y_{CFL} , Y_{CFL}' , Y_{CRR} und Y_{CRL} durch die folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} Y_{CFL} &= Y_C \times (WT_{FR}' / (WT_{FR}' + WT_{RR}')) \\ Y_{CFL}' &= Y_C \times (WT_{FL}' / (WT_{FL}' + WT_{RL}')) \\ Y_{CRR} &= Y_C \times (WT_{RR}' / (WT_{FR}' + WT_{RR}')) \\ Y_{CRL} &= Y_C \times (WT_{RL}' / (WT_{FL}' + WT_{RL}')) \end{aligned}$$

Weiter werden die Teillasten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} des rechten Vorderrads W_{FR} , des linken Vorderrads W_{FL} , des rechten Hinterrads W_{RR} und des linken Hinterrads W_{RL} auf Basis der Teillasten WT_{FR}' , WT_{FL}' , WT_{RR}' und WT_{RL}' und die Zuordnungen Y_{CFL} , Y_{CFL}' , Y_{CRR} und Y_{CRL} durch folgende Gleichungen bestimmt:

$$\begin{aligned} R_{FR} &= (WT_{FR}' + Y_{CFL}) / WT_T \\ R_{FL} &= (WT_{FL}' - Y_{CFL}') / WT_T \\ R_{RR} &= (WT_{RR}' + Y_{CRR}) / WT_T \\ R_{RL} &= (WT_{RL}' - Y_{CRL}) / WT_T \end{aligned}$$

Die Summe der Teillasten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} ist immer "1".

Die von dem Teillastenberechnungsmittel 14 erhaltenen Teillasten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} werden jeweils den entsprechenden Bremsfluiddruckberechnungsmitteln 15_{FR} , 15_{FL} , 15_{RR} und 15_{RL} zugeführt. In dem Bremsfluiddruckberechnungsmittel wird für jedes Rad ein Sollbremsfluiddruck P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} und P_{RL} als auf die Räder wirkende Sollkraft berechnet. Die Antriebsmittel 16_{FR} , 16_{FL} , 16_{RR} und 16_{RL} betätigen die entsprechenden Modulatoren 2_{FR} , 2_{FL} , 2_{RR} und 2_{RL} auf Basis der Sollbremsfluiddrücke.

Der Betrieb der ersten Ausführung wird nachfolgend erläutert. Ein Gesamtbremsfluiddruck P_T entsprechend den durch die an den Rädern W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} angebrachten Radbremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} ausgeübten Bremskräften wird bestimmt, und es werden die den Rädern W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} zugeordneten Teillasten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} bestimmt. Der auf Basis des Gesamtbremsfluiddrucks P_T bestimmte zweite korrigierte Gesamtbremsfluiddruck P_{T2} wird entsprechend den Teillasten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} verteilt. Auf diese Weise können die Sollbremsfluiddrücke P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} und P_{RL} für die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} zur Steuerung der Modulatoren 2_{FR} , 2_{FL} , 2_{RR} und 2_{RL} bestimmt werden, um hierdurch die Stabilität zu halten und das Abtauchen der Fahrzeugfront u. dgl. beim Bremsen zu mindern, selbst wenn durch ein Erhöhen oder Minderen des Frachtgewichts oder der Anzahl von Insassen die Gewichtsverteilung geändert wird.

Daher lassen sich die Lasten auf die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} richtig verteilen, und daher läßt sich nicht nur ein übermäßiger Anstieg der thermischen Belastung auf jede der Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} vermeiden, sondern man erhält auch eine verbesserte Haltbarkeit und weiter eine gleichförmige Reifenabnutzung jeder der Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} .

Zusätzlich werden die Längs- und Querbeschleunigung G_{sx} und G_{sy} des Fahrzeugs erfaßt, um die Richtung und Betrag der Scheinbewegung der Schwerpunktsposition des Fahrzeugs zu bestimmen. Die bei stehendem Fahrzeug bestimmten, den Rädern W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} zugeordneten Lasten werden auf Basis dieser Richtung und dieses Betrags der Scheinbewegung der Schwerpunktsposition korrigiert, und die Teillasten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} für jedes Rad W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} werden auf Basis der korrigierten Teillasten WT_{FR}' , WT_{FL}' , WT_{RR}' und WT_{RL}' bestimmt. Daher lassen sich die Teillasten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} zum Zeitpunkt der Laständerung nur durch Verwendung des Längsbeschleunigungssensors 5 und des Querbeschleunigungssensors 6 ohne Verwendung von Lastsensoren erhalten.

Weiter wird der Gesamtbremsfluiddruck P_T auf Basis der Abweichung zwischen der Sollbeschleunigung G_0 des Fahrzeugs, bestimmt auf Basis des Gesamtbremsfluiddrucks P_T , und der erfaßten Verzögerung des Fahrzeugs korrigiert. Hierdurch erhält man eine Universalsteuerung der Beschleunigung und Verzögerung, die durch eine Erhöhung oder Minderung des Gesamtgewichts, der Fahrt auf aufwärts oder abwärts geneigten Fahrbahnen u. dgl. nicht beeinflußt werden, und zwar ohne Verwendung von Lastsensoren.

Eine denkbare Situation ist, daß bei Erhöhung der Längs- und Querbeschleunigungen G_{sx} und G_{sy} im wesentlichen alle Bremsfluiddrücke an die Radbremsen angelegt werden, die sich auf der Seite mit der erhöhten Last befinden. Wenn die Reifencharakteristik vollständig proportional zur Laständerung ist und darüberhinaus eine Bremskraft vollständig unabhängig von einer Kurvenkraft vorgesehen ist, ergibt sich in diesem Fall kein Problem. Jedoch ist dies nicht richtig. Das Erhöhen der Obergrenze einer durch den Reifen

durch eine Lasterhöhung erzeugten Kraft, ist in einem Bereich erhöhter Last langsam, und die Kurvenkraft und die Bremskraft stehen in einem engen Bezug zueinander, so daß man keine große Bremskraft erhält, wenn die Kurvenkraft groß ist. Anders gesagt, wenn das Fahrzeug in einer solchen Situation stark abgebremst wird, nimmt die Kurvenkraft schnell ab. Jedoch wird die Verstärkungskorrektur des ersten korrigierten Gesamtbremsflüssigkeitsdrucks P_{T1} auf Basis der X-Ordinate G_x und der Y-Abszisse G_y der Schwerpunktsposition nach der Laständerung durchgeführt. Hierdurch läßt sich eine schnelle Abnahme der Kurvenkraft vermeiden.

Darüberhinaus wird die Verteilung der Sollbremsflüssigkeitsdrücke P_{FR} , P_{FL} , P_{RR} und P_{RL} auf Basis der Abweichung zwischen den Solldrehbetrag und dem Istdrehbetrag dadurch geändert, daß man den auf Basis der durch den Lenkwinkel θ bestimmten Bezugsgierrate Y_B und der Istdierate Y_A bestimmten Giersteuerbetrag Y_C zu den Berechnungsfaktoren der Teillastraten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} addiert, wodurch die Summe der Teillastraten R_{FR} , R_{FL} , R_{RR} und R_{RL} konstant wird. Hierdurch läßt sich eine Drehbewegung angenähert entsprechend der stabilen Längsbeschleunigung und der Lenkbetätigung dadurch erreichen, daß man die Bremsflüssigkeitsdrücke ohne Änderung der Gesamtbremskraft, d. h. während man die Beschleunigung und Verzögerung des Fahrzeugs konstant hält, verteilt.

In der ersten Ausführung wurden Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} der gleichen Ausführung verwendet, und der Gesamtbremsflüssigkeitsdruck P_T wurde zur Bestimmung der Gesamtlängskraft auf einen Wert entsprechend der Gesamtbremskraft gesetzt. Alternativ kann man Bremsen verschiedener Ausführungen verwenden. In diesem Fall kann die Bremssteuerung durch Verteilen der Gesamtbremskraft bei Teillastraten und Wandeln der verteilten Bremskräfte in Bremsflüssigkeitsdrücken durchgeführt werden.

Obwohl in der ersten Ausführung die Bremskraft als Bremslängskraft für jedes Rad W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} gesteuert wird, ist die Ausführung auch als ein Radlängskraftsteuerverfahren zum Steuern der Antriebskraft als Radlängskraft für jedes Rad verwendbar. Ein Beispiel einer Antriebskraftsteuerung wird nachfolgend beschrieben.

In den Fig. 15 und 16 ist eine zweite Ausführung dargestellt.

Gemäß Fig. 15 ist ein mit einem Motor E verbundenes Getriebe M mit einer vorderen Antriebswelle P_{RF} und einer hinteren Antriebswelle P_{RR} durch ein Differential D_{FC} verbunden. Ein Differential D_{FP} sitzt zwischen der vorderen Antriebswelle P_{RF} und rechten und linken Vorderachsen A_{FR} und A_{FL} , die jeweils mit den rechten und linken Vorderrädern W_{FR} und W_{FL} verbunden sind. Ein Differential D_{FR} sitzt zwischen dem der hinteren Antriebswelle P_{RR} und rechten und linken Hinterachsen A_{RR} und A_{RL} , die jeweils mit den rechten und linken Hinterrädern W_{RR} und W_{RL} verbunden sind.

Weiter ist ein hydrostatisches stufenlos verstellbares Getriebe 31 zwischen den vorderen und hinteren Antriebswellen P_{RF} und P_{RR} zur Umgehung des Differentials D_{FC} angebracht. Ein hydrostatisches stufenlos verstellbares Getriebe 32 ist zwischen den rechten und linken Vorderachsen A_{FR} und A_{FL} zur Umgehung des Differentials D_{FP} angebracht. Ein hydrostatisches stufenlos verstellbares Getriebe 33 ist zwischen den rechten und linken Hinterachsen A_{RR} und A_{RL} zur Umgehung des Differentials D_{FR} angebracht.

Diese hydrostatischen stufenlos verstellbaren Getriebe 31, 32 und 33 ändern stufenlos das Übersetzungsverhältnis zwischen den Eingangs- und Ausgangsseiten. Die Antriebskräfte auf die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} können durch Ändern des Übersetzungsverhältnisses der hydrostatischen stufenlos verstellbaren Getriebe 31, 32 und 33 durch eine

Steuereinheit C_2 gesteuert werden.

Zu Fig. 16. Mit der Steuereinheit C_2 sind verbunden: ein Gesamtdrehmomenterfassungssensor 34 zum Erfassen eines Ausgangsdrehmoments F_T von dem Getriebe M als eine an die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} anzulegende Antriebskraft; ein Fahrzeuggeschwindigkeitsensor 4 zum Erfassen einer Fahrzeuggeschwindigkeit V , ein Längsbeschleunigungserfassungssensor 5 zum Erfassen einer Längsbeschleunigung G_{SX} des Fahrzeugs; ein Querbeschleunigungserfassungssensor 6 zum Erfassen einer Querbeschleunigung G_{SY} des Fahrzeugs; ein Lenkwinkelserfassungssensor zum Erfassen eines Lenkwinkels θ und ein Gierrate erfassungssensor 8 zum Erfassen einer Gierrate Y_A .

Die Steuereinheit C_2 umfaßt: ein Verstärkungsgradkorrekturmittel 11' zum Addieren einer Verstärkungskorrektur zu dem von dem Gesamtdrehmomenterfassungssensor 34 erhaltenen Ausgangsdrehmoment F_T zur Ausgabe eines korrigierten Ausgangsdrehmoments F_{T1} ; ein Schwerpunktpositionsberechnungsmittel 12 zum Berechnen der Richtung und des Betrags einer Scheinbewegung der Schwerpunktsposition des Fahrzeugs auf Basis der Längs- und Querbeschleunigungen G_{SX} und G_{SY} ; ein Giersteuerbetragberechnungsmittel 13' zum Berechnen eines Giersteuerbetrag Y_A auf Basis des Ausgangsdrehmoments F_T der Fahrzeuggeschwindigkeit V , der Längs- und Querbeschleunigungen G_{SX} und G_{SY} , des Lenzwinkels θ und der erfaßten Gierrate Y_A ; ein Teillastratenberechnungsmittel 14' zum Berechnen von auf die vier Räder verteilten Lastraten R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' und R_{RL}' auf Basis der in dem Schwerpunktspositionsberechnungsmittel 12 und dem Giersteuerbetragberechnungsmittel 13' berechneten Beiträge; rechte und linke Vorder- und Hinterradantriebskraftberechnungsmittel 15 $_{FR}'$, 15 $_{FL}'$, 15 $_{RR}'$ und 15 $_{RL}'$ zum unabhängigen Berechnen von Sollantriebskräften F_{FR} , F_{FL} , F_{RR} und F_{RL} als Soll-Längskräfte für die Räder auf Basis des korrigierten Ausgangsdrehmoments F_{T1} und der Teillastraten R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' und R_{RL}' ; und ein Antriebsmittel 16 zur Betätigung der hydrostatischen stufenlos verstellbaren Getriebe 31, 32 und 33 auf Basis der Sollantriebskräfte F_{FR} , F_{FL} , F_{RR} und F_{RL} .

Der Gesamtdrehmomenterfassungssensor 34 berechnet ein übertragenes Drehmoment beispielsweise aus einer Drehmomentwandlercharakteristik zur Angabe eines Ausgangsdrehmoments des Getriebes M aus dem Gangverhältnis in dem Getriebe M.

In dieser in Fig. 16 gezeigten zweiten Ausführung entsprechen ein Fahrzeuggeschwindigkeits-entsprechendes Korrekturratenbestimmungsmittel 19', ein Längsbeschleunigungs-entsprechendes Korrekturratenbestimmungsmittel 20', ein Querbeschleunigungs-entsprechendes Korrekturratenbestimmungsmittel 21' und ein Durchschnittsberechnungsmittel 22' jeweils dem Fahrzeuggeschwindigkeits-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsmittel 19, dem Längsbeschleunigungs-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsmittel 20, dem Querbeschleunigungs-entsprechenden Korrekturratenbestimmungsmittel 21 und dem Durchschnittsberechnungsmittel 22 der in Fig. 2 gezeigten ersten Ausführung. Eine in dem Durchschnittsberechnungsmittel 22' bestimmte Korrekturrate C_{GA1}' wird den Verstärkungskorrekturmitteln 11' zugeführt, wo die Korrekturrate C_{GA1}' mit dem Ausgangsdrehmoment F_T multipliziert wird, um ein verstärkungskorrigiertes Ausgangsdrehmoment F_{T1} zu erhalten.

Das Giersteuerbetragberechnungsmittel 13' führt im Grunde die gleiche Berechnung durch wie das Giersteuerbetragberechnungsmittel 13 nach Fig. 2, außer daß statt dem Gesamtbremsflüssigkeitsdruck P_T das Ausgangsdrehmoment F_T verwendet wird und hierdurch von dem Giersteuerbetragberechnungsmittel 13' ein Giersteuerbetrag Y_C' ausgegeben

wird.

In dem Teillastratenberechnungsmittel 14' wird eine Berechnung ähnlich der in dem Teillastratenberechnungsmittel 14 nach Fig. 2 durchgeführt. Insbesondere berechnet das Teillastratenberechnungsmittel 14' die auf die vier Räder verteilten Lasten nach der Laständerung und Zuordnungen des Giersteuerbetrags Y_C' zu den vier Rädern, und es bestimmt auf die vier Räder verteilte Lastraten R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' und R_{RL}' auf Basis der obigen Berechnung und gibt die Lastraten aus.

Die in dem Teillastratenberechnungsmittel 14' bestimmten Teillastraten R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' und R_{RL}' werden jeweils entsprechenden Antriebskraftberechnungsmitteln 15_{FR}', 15_{FL}', 15_{RR}' und 15_{RL}' zugeführt, wo die Sollantriebskräfte F_{FR} , F_{FL} , F_{RR} und F_{RL} als Soll-Längskräfte auf die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} für jedes Rad dadurch berechnet werden, daß man die Teillastraten R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' und R_{RL}' jeweils mit den korrigierten Ausgangsdrehmomenten F_{T1} multipliziert, um hierdurch die hydrostatischen stufenlos verstellbaren Getriebe 31, 32 und 33 auf Basis dieser Sollantriebskräfte F_{FR} , F_{FL} , F_{RR} und F_{RL} zu betätigen.

Gemäß der zweiten Ausführung werden die hydrostatischen stufenlos verstellbaren Getriebe 31, 32 und 33 gesteuert durch Erfassen des Ausgangsdrehmoments F_T entsprechend einer Gesamtantriebskraft für die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} . Bestimmen der Teillastraten R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' und R_{RL}' für jedes Rad W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} und Verteilen des verstärkungskorrigierten Ausgangsdrehmoments F_{T1} in Übereinstimmung mit den Teillastraten R_{FR}' , R_{FL}' , R_{RR}' und R_{RL}' , wodurch die Sollantriebskräfte F_{FR} , F_{FL} , F_{RR} und F_{RL} für jedes Rad W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} bestimmt werden. Hierdurch kann man die Stabilität beibehalten und das Anheben der Fahrzeugfront während Beschleunigung mindern, selbst wenn durch Erhöhen oder Mindern des Ladegewichts und der Anzahl an Insassen die Gewichtsverteilung außer Balance gebracht wird.

Weiter können Lasten auf die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} geeignet verteilt werden. Daher ist der Reifenantrieb der Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} gleichmäßiger.

Fig. 17 zeigt eine Modifikation eines Fahrzeugantriebssystems, das die Antriebskräfte für jedes Rad W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} steuern kann. Ein Ausgang des Getriebes M wird auf eine Antriebswelle P_R übertragen. Eine Kraft von der Antriebswelle P_R wird durch ein hydrostatisches stufenlos verstellbares Getriebe 35 auf eine rechte Vorderachse A_{FR} , die mit dem rechten Vorderrad W_{FR} verbunden ist, und weiter durch ein hydrostatisches stufenlos verstellbares Getriebe 36 auf eine linke Vorderachse A_{FL} übertragen, die mit dem linken Vorderrad W_{FL} verbunden ist. Die Kraft von der Antriebswelle P_R wird durch ein hydrostatisches stufenlos verstellbares Getriebe 37 auf eine rechte Hinterachse A_{RR} , die mit dem rechten Hinterrad W_{RR} verbunden ist, und weiter durch hydrostatisches stufenlos verstellbares Getriebe 38 auf eine linke Hinterachse A_{RL} übertragen, die mit dem linken Hinterrad W_{RL} verbunden ist.

In diesem Antriebssystem können die Antriebskräfte auf die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} unabhängig dadurch gesteuert werden, daß man die Übersetzungsverhältnisse in den hydrostatischen stufenlos verstellbaren Getrieben 35, 36, 37 und 38 unabhängig voneinander steuert.

Fig. 18 zeigt eine weitere Modifikation eines Fahrzeugantriebssystems, das die Antriebskräfte für jedes Rad W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} steuern kann. Ein Getriebe M ist durch ein Differential D_{PC} mit vorderen und hinteren Antriebswellen P_{RF} und P_{RR} verbunden. Ein Differential D_{PF} sitzt zwischen der vorderen Antriebswelle P_{RF} und rechten und linken Vorderachsen A_{FR} und A_{FL} , die jeweils mit den rechten und linken Vorderrädern W_{FR} und W_{FL} verbunden sind.

Ein Differential D_{RR} sitzt zwischen der hinteren Antriebswelle P_{RR} und rechten und linken Hinterachsen A_{RR} und A_{RL} , die jeweils mit den rechten und linken Hinterrädern W_{RR} und W_{RL} verbunden sind.

Darüberhinaus sind Verteilungsmechanismen 39 und 40 zwischen den vorderen und hinteren Antriebswellen P_{RF} und P_{RR} zur Umgehung des Differentials D_{PC} vorgesehen. Verteilermechanismen 41 und 42 sind zwischen den rechten und linken Vorderachsen A_{FR} und A_{FL} zur Umgehung des Differentials D_{PF} vorgesehen. Verteilermechanismen 43 und 44 sind zwischen den rechten und linken Hinterachsen A_{RR} und A_{RL} zur Umgehung des Differentials D_{RR} vorgesehen.

Der Verteilermechanismus 39 umfaßt ein an der vorderen Antriebswelle P_{RF} relativ drehbar gehaltenes Zahnrad 45; eine zwischen dem Zahnrad 45 und der vorderen Antriebswelle P_{RF} angeordnete Kupplung 46; ein mit dem Zahnrad 45 in Eingriff stehendes Zahnrad 47; ein auf der hinteren Antriebswelle P_{RR} fest angebrachtes Zahnrad 48; und ein mit dem Zahnrad 47 einstückiges Zahnrad 49, das mit dem Zahnrad 48 in Eingriff steht. Weiter haben die Zahnräder 46 und 47 einen Radius R_1 , das Zahnrad 49 hat einen Radius R_2 und das Zahnrad 48 hat einen Radius R_3 .

Wenn in diesem Verteilermechanismus 39 die Kupplung 46 in einen eingerückten Zustand gebracht wird, wird eine Beziehung $N_F/N_R = R_3/R_2$ zwischen der Drehzahl N_F der vorderen Antriebswelle P_{RF} und der Drehzahl N_R der hinteren Antriebswelle P_{RR} eingerichtet. Darüberhinaus kann N_F/N_R zwischen R_3/R_2 und R_2/R_3 durch Einstellen der Eingriffskraft der Kupplung 46 frei geändert werden.

Die anderen Verteilermechanismen 40 und 44 haben die gleiche Grundkonstruktion wie der Verteilermechanismus 39.

Hierdurch kann man die Antriebskräfte auf die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} unabhängig voneinander dadurch steuern, daß man das Einrücken und Austrücken der Kupplungen 46 in den Verteilermechanismen 39 bis 44 unabhängig voneinander steuert.

Fig. 19 zeigt eine weitere Modifikation eines Brems/Antriebssystems für ein Fahrzeug, das die Antriebskräfte für des Rad W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} steuern kann. Ein Getriebe M ist durch ein Differential D_{PC} mit vorderen und hinteren Antriebswelle P_{RF} und P_{RR} verbunden. Ein Differential D_{PF} sitzt zwischen der vorderen Antriebswelle P_{RF} und rechten und linken Vorderachsen A_{FR} und A_{FL} , die jeweils mit rechten und linken Vorderrädern W_{FR} und W_{FL} verbunden sind. Ein Differential D_{FR} sitzt zwischen der hinteren Antriebswelle P_{RR} und rechten und linken Hinterachsen A_{RR} und A_{RL} , die jeweils mit rechten und linken Hinterrädern W_{RR} und W_{RL} verbunden sind. An den Rädern W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} sind jeweils Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} angebracht. Weiter sind Viskokupplungen 51, 52, 53 zur Bildung eines Differentialbegrenzungseffekts zwischen den vorderen und hinteren Antriebswellen P_{RF} und P_{RR} , zwischen den rechten und linken Vorderachsen A_{FR} und A_{FL} und zwischen dem rechten und linken Hinterachsen A_{RR} und A_{RL} angeordnet.

In diesem Brems/Antriebssystem können die Antriebskräfte auf die Räder W_{FR} , W_{FL} , W_{RR} und W_{RL} unabhängig dadurch gesteuert werden, daß man die Bremsen B_{FR} , B_{FL} , B_{RR} und B_{RL} unabhängig steuert. Somit läßt sich der Bremsdruck so steuern, daß die Bremse des Rads, für das die Antriebskraft am größten sein sollte, außer Betrieb genommen wird, so daß Antriebskräfte auf die anderen Bremsen verteilt werden können.

Es wird eine Gesamtängskraft als eine Summe der an mehrere Räder anzulegenden Ängskräfte bestimmt. Weiter werden auf die Räder verteilte Lastraten relativ zum Gesamtgewicht eines Fahrzeugs bestimmt. Die Gesamtäng-

kraft wird auf die Räder entsprechend den Teillastraten verteilt, um hierdurch die an jedes der Räder anzulegenden Sollradlängskräfte zu bestimmen. Die Längskräfte für jedes der Räder werden jeweils auf Basis der Sollradlängskräfte gesteuert. Hierdurch läßt sich die Leistungsfähigkeit jedes der Räder maximal ausnutzen, während man die Lage des Fahrzeugs zufriedenstellend hält.

Patentansprüche

10

1. Verfahren zur unabhängigen Steuerung an mehrere Räder eines Fahrzeugs jeweils anzulegender Bremskräfte, umfassend:

Bestimmen einer auf das Fahrzeug wirkenden Gesamtbremskraft (P_T) aus einer Summe der an die Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) anzulegenden jeweiligen Bremskräfte nach Maßgabe einer vom Fahrzeugfahrer ausgeübten Bremsbetätigungsgröße (P_B);

Bestimmen von an jedes der Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) anzulegenden Soll-Bremskräften ($P_{FR}, P_{FL}, P_{RR}, P_{RL}$) durch Verteilen der Gesamtbremskraft (P_T) auf die Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) nach Maßgabe aus erfaßten Bewegungswerten der Fahrzeugkarosserie berechneter Verteilungsverhältnisse und

Steuern der an jedes der Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) anzulegenden Bremskräfte in Abhängigkeit von den an jedes der Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) anzulegenden Soll-Bremskräften ($P_{FR}, P_{FL}, P_{RR}, P_{RL}$) dadurch gekennzeichnet,

daß die jeweilige Längs- und Querlage des Fahrzeugschwerpunkts unter Verwendung von Ausgangssignalen aus Beschleunigungssensoren (5, 6) berechnet wird,

daß aus der errechneten Schwerpunktlage des Fahrzeugs entsprechenden Teillasten ($WT_{FR}', WT_{FL}', WT_{RR}', WT_{RL}'$) der einzelnen Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) auf jedes Rad wirkende und in ihrer Summe konstante Teillastraten ($R_{FR}, R_{FL}, R_{RR}, R_{RL}; R_{FR}', R_{FL}', R_{RR}', R_{RL}'$) berechnet werden und

daß die Soll-Bremskräfte ($P_{FR}, P_{FL}, P_{RR}, P_{RL}$) für jedes Rad nach Maßgabe der Verteilung der Gesamtbremskraft (P_T) auf die einzelnen Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) auf der Basis der Teillastraten ($R_{FR}, R_{FL}, R_{RR}, R_{RL}; R_{FR}', R_{FL}', R_{RR}', R_{RL}'$) korrigiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus einer erfaßten Verzögerung (G_{SX}) des Fahrzeugs und aus einer erfaßten Querbeschleunigung (G_{SY}) des Fahrzeugs Richtung und Betrag ($\Delta X, \Delta Y$) einer Schwerpunktverlagerung des Fahrzeugs bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtbremskraft (P_T) auf Basis einer Abweichung zwischen der erfaßten Verzögerung des Fahrzeugs und einer auf Basis der Gesamtbremskraft (P_T) bestimmten Sollverzögerung (S_0) des Fahrzeugs korrigiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Soll-Gierbetrag (Y_B) des Fahrzeugs auf Basis eines Lenkbetrags (θ) bestimmt wird, daß ein Ist-Gierbetrag (Y_A) des Fahrzeugs erfaßt wird und daß die Verteilung der Soll-Antriebsdrehmomente ($F_{FR}, F_{FL}, F_{RR}, F_{RL}$) auf die Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) auf Basis einer Abweichung zwischen dem Soll-Gierbetrag (Y_B) und dem Ist-Gierbetrag (Y_A) so geändert wird, daß die Summe der Soll-Bremskräfte ($P_{FR}, P_{FL}, P_{RR}, P_{RL}$) konstant ist.

5. Verfahren zur unabhängigen Steuerung an Vorder- und Hinterräder eines Fahrzeugs anzulegender An-

triebsdrehmomente umfassend:

Bestimmen eines Gesamtantriebsdrehmoments (F_T) aus einer Summe der an die Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) anzulegenden Antriebsdrehmomente;

Bestimmen von an die Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) jeweils anzulegenden Soll-Antriebsdrehmomente ($F_{FR}, F_{FL}, F_{RR}, F_{RL}$) durch Verteilen des Gesamtantriebsdrehmoments (F_T) auf die Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) nach Maßgabe aus erfaßten Bewegungswerten der Fahrzeugkarosserie berechneter Verteilungsverhältnisse und

Steuern der an jedes der Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) angelegten Antriebsdrehmomente in Abhängigkeit von den an jedes der Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) anzulegenden Soll-Antriebsdrehmomente ($F_{FR}, F_{FL}, F_{RR}, F_{RL}$),

wobei die jeweilige Längs- und Querlage des Fahrzeugschwerpunkts unter Verwendung von Ausgangssignalen aus Beschleunigungssensoren (5, 6) berechnet wird,

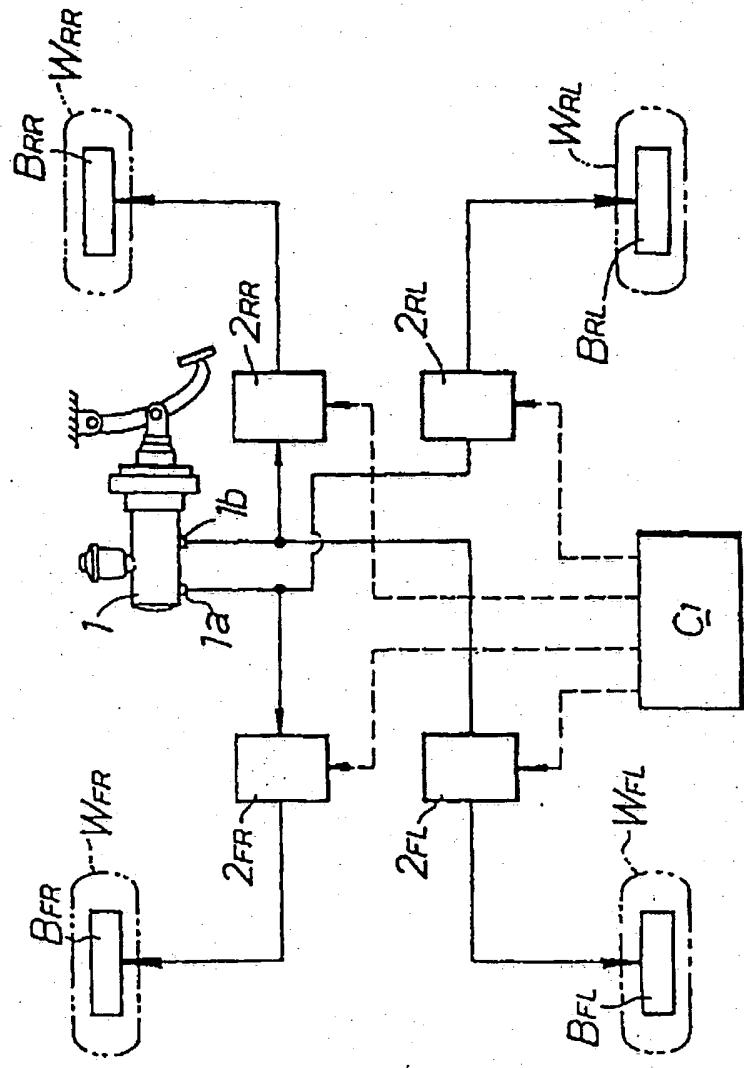
wobei aus der errechneten Schwerpunktlage des Fahrzeugs entsprechenden Teillasten ($WT_{FR}', WT_{FL}', WT_{RR}', WT_{RL}'$) der einzelnen Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) auf jedes Rad wirkende Teillastraten ($R_{FR}, R_{FL}, R_{RR}, R_{RL}; R_{FR}', R_{FL}', R_{RR}', R_{RL}'$) berechnet werden und wobei die Soll-Antriebsdrehmomente ($F_{FR}, F_{FL}, F_{RR}, F_{RL}$) für jedes Rad nach Maßgabe der berechneten Teillastraten ($R_{FR}, R_{FL}, R_{RR}, R_{RL}; R_{FR}', R_{FL}', R_{RR}', R_{RL}'$) korrigiert werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Teillastraten ($R_{FR}, R_{FL}, R_{RR}, R_{RL}; R_{FR}', R_{FL}', R_{RR}', R_{RL}'$) der einzelnen Räder aus einer erfaßten Längsbeschleunigung (G_{SX}) des Fahrzeugs und aus einer erfaßten Querbeschleunigung (G_{SY}) des Fahrzeugs bestimmt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Soll-Gierbetrag (Y_A) des Fahrzeugs auf Basis eines Lenkbetrags (θ) bestimmt wird, daß ein Ist-Gierbetrag (Y_A) des Fahrzeugs erfaßt wird und daß die Verteilung der Soll-Antriebsdrehmomente ($F_{FR}, F_{FL}, F_{RR}, F_{RL}$) auf die Räder ($W_{FR}, W_{FL}, W_{RR}, W_{RL}$) auf Basis einer Abweichung zwischen dem Soll-Gierbetrag (Y_B) und dem Ist-Gierbetrag (Y_A) so geändert wird, daß die Summe der Soll-Antriebsdrehmomente ($F_{FR}, F_{FL}, F_{RR}, F_{RL}$) konstant ist.

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1



EIG. 2

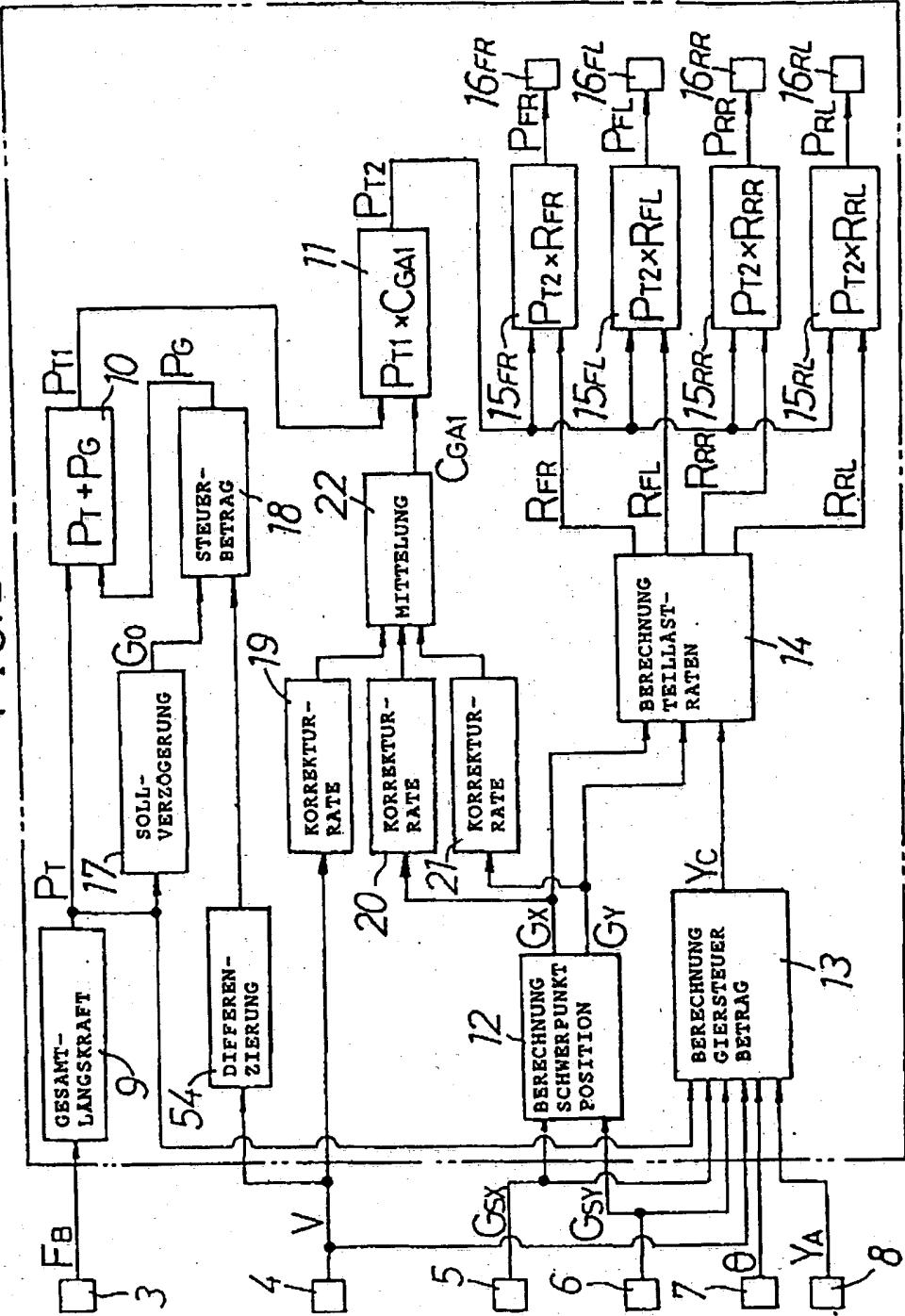


FIG.3

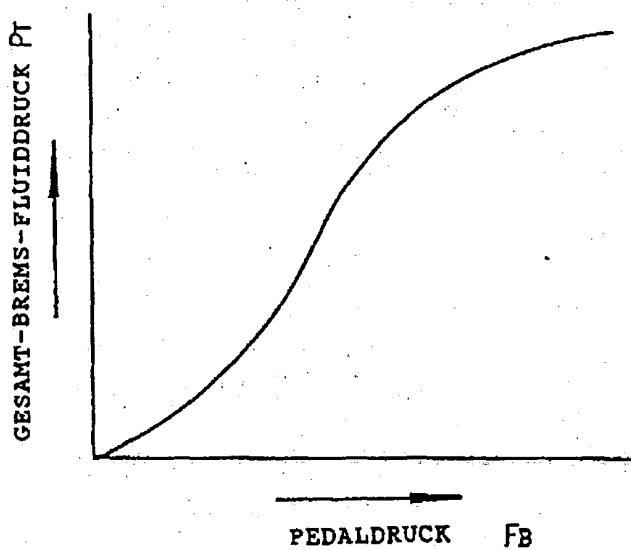


FIG.4

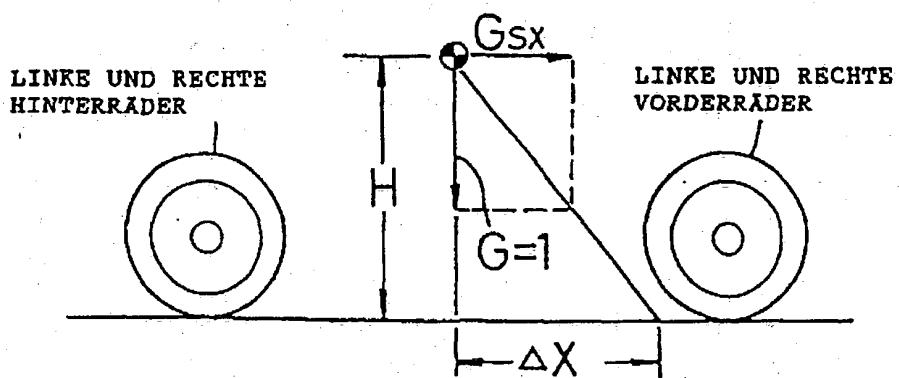


FIG.5

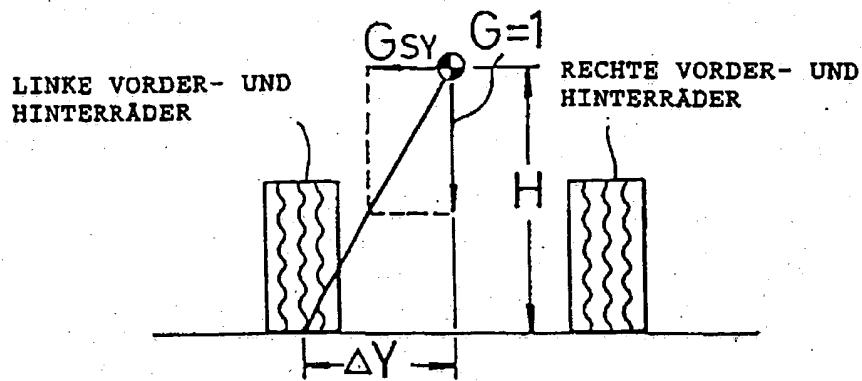


FIG.6

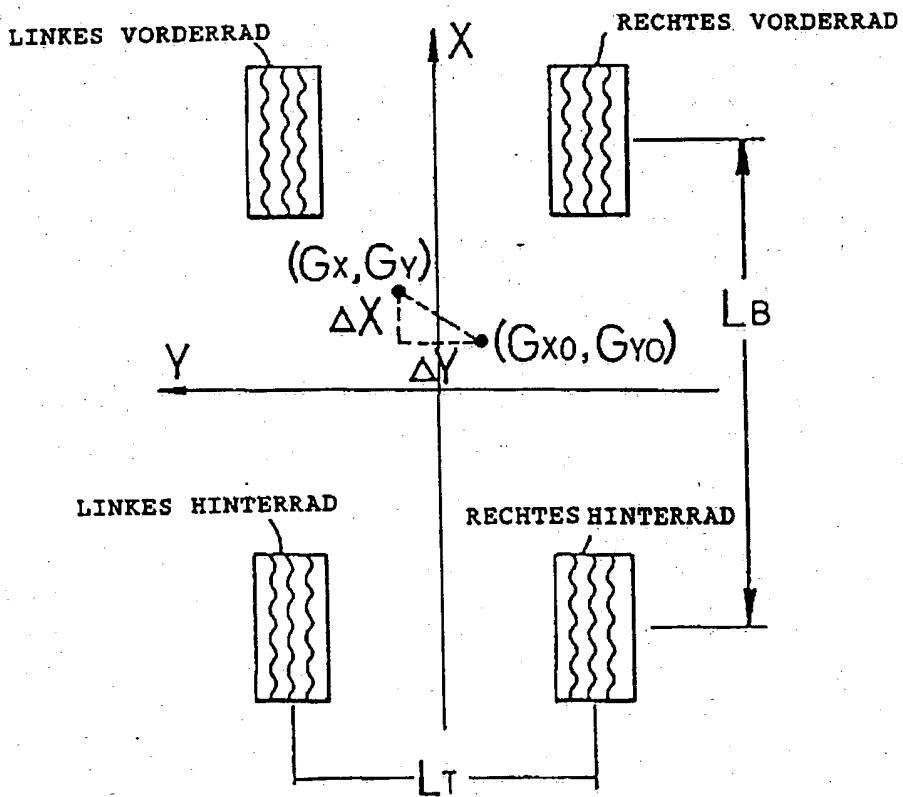


FIG.7

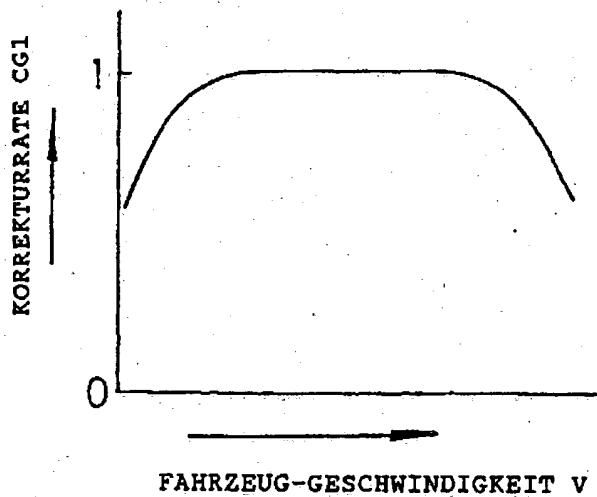
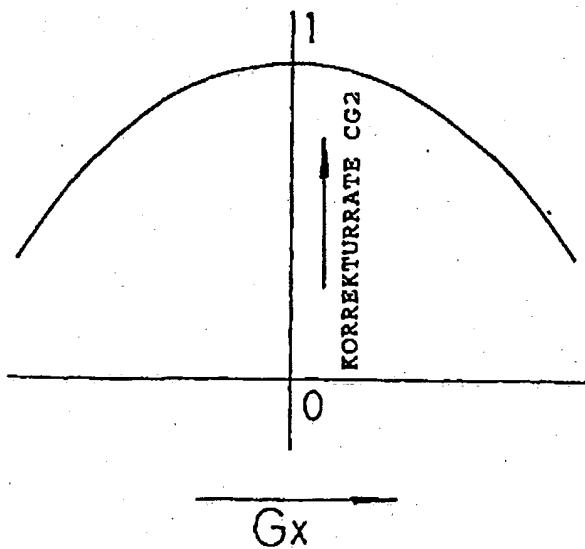


FIG.8



ZEICHNUNGEN SEITE 6

Nummer:
Int. Cl.⁷:
Veröffentlichungstag:

DE 43 21 571 C2
B 60 T 8/32
3. Februar 2000

FIG.9

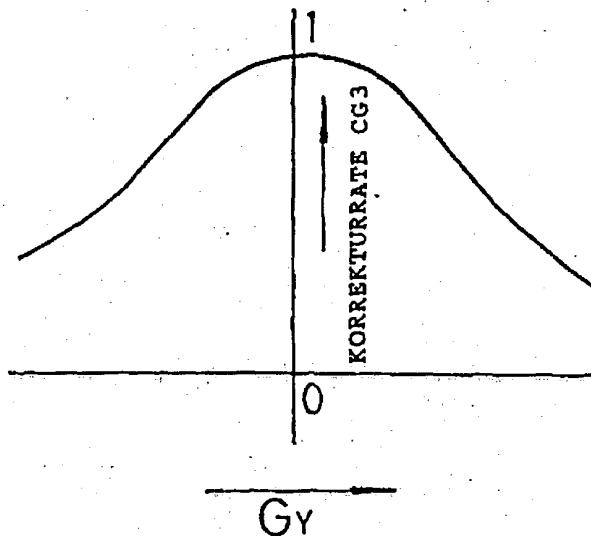


FIG. 10

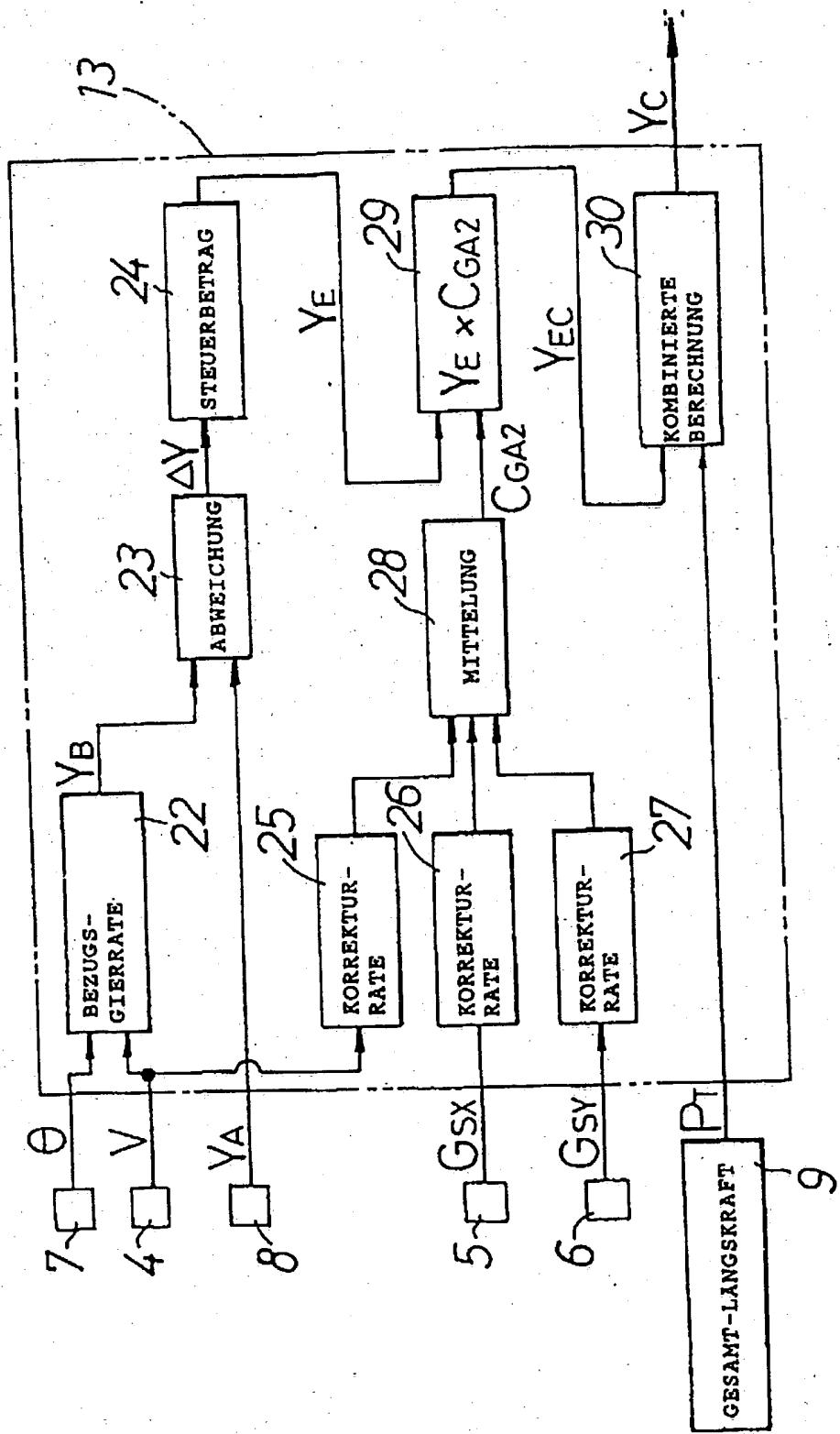
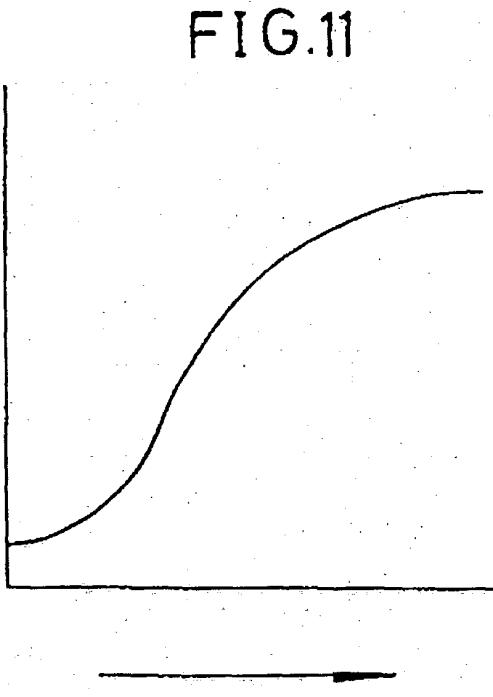


FIG.11

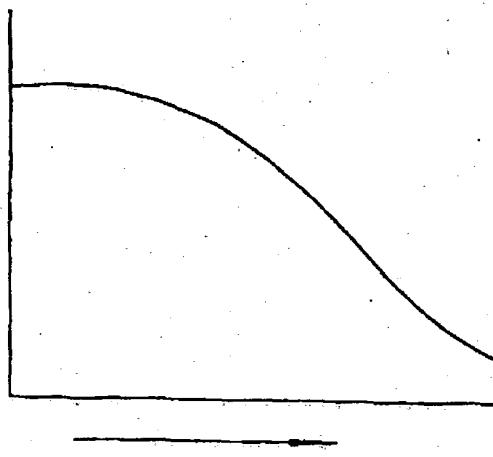
BEZUGS-GIERRATE YB



FAHRZEUG-GESCHWINDIGKEIT V

FIG.12

KORREKTURRATE CG4



FAHRZEUG-GESCHWINDIGKEIT V

FIG.13

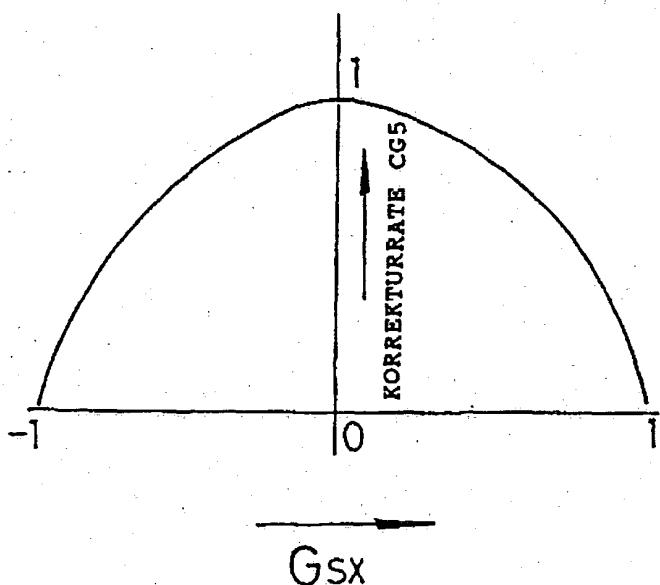


FIG.14

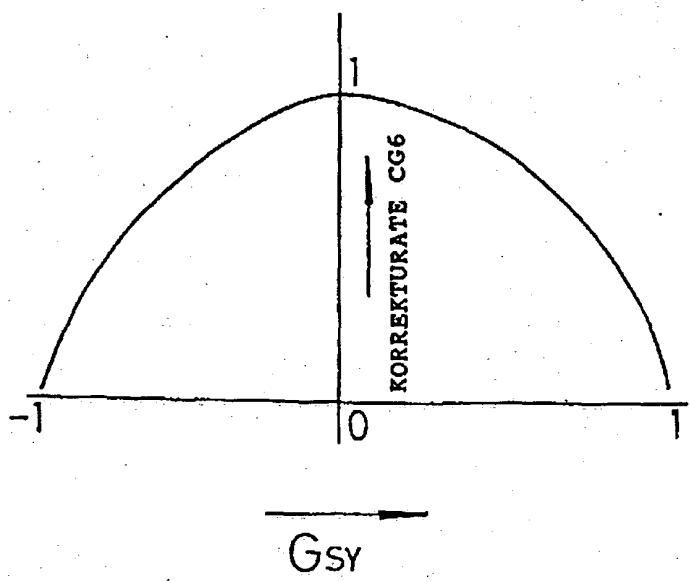
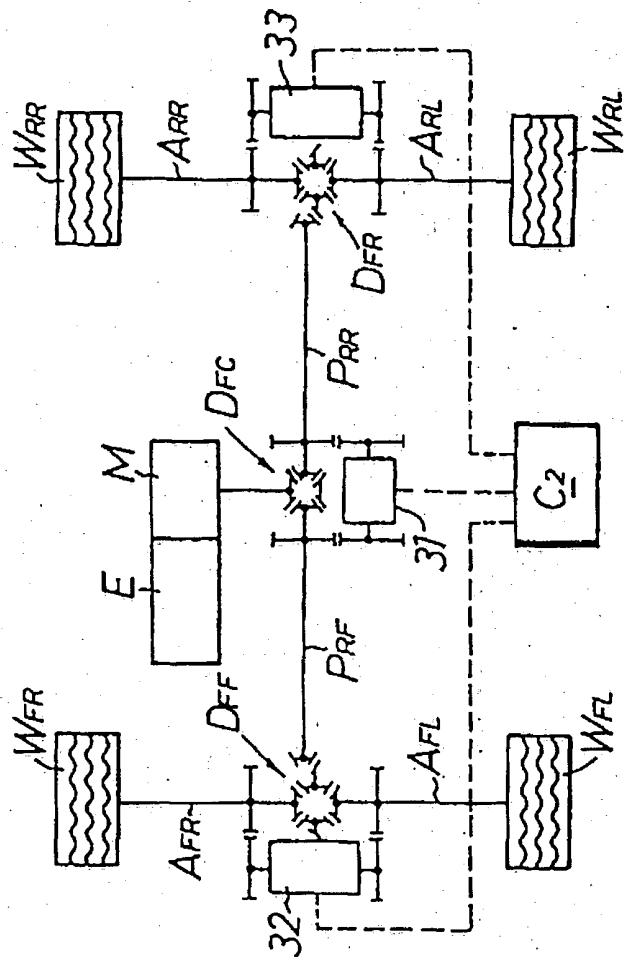


FIG. 15



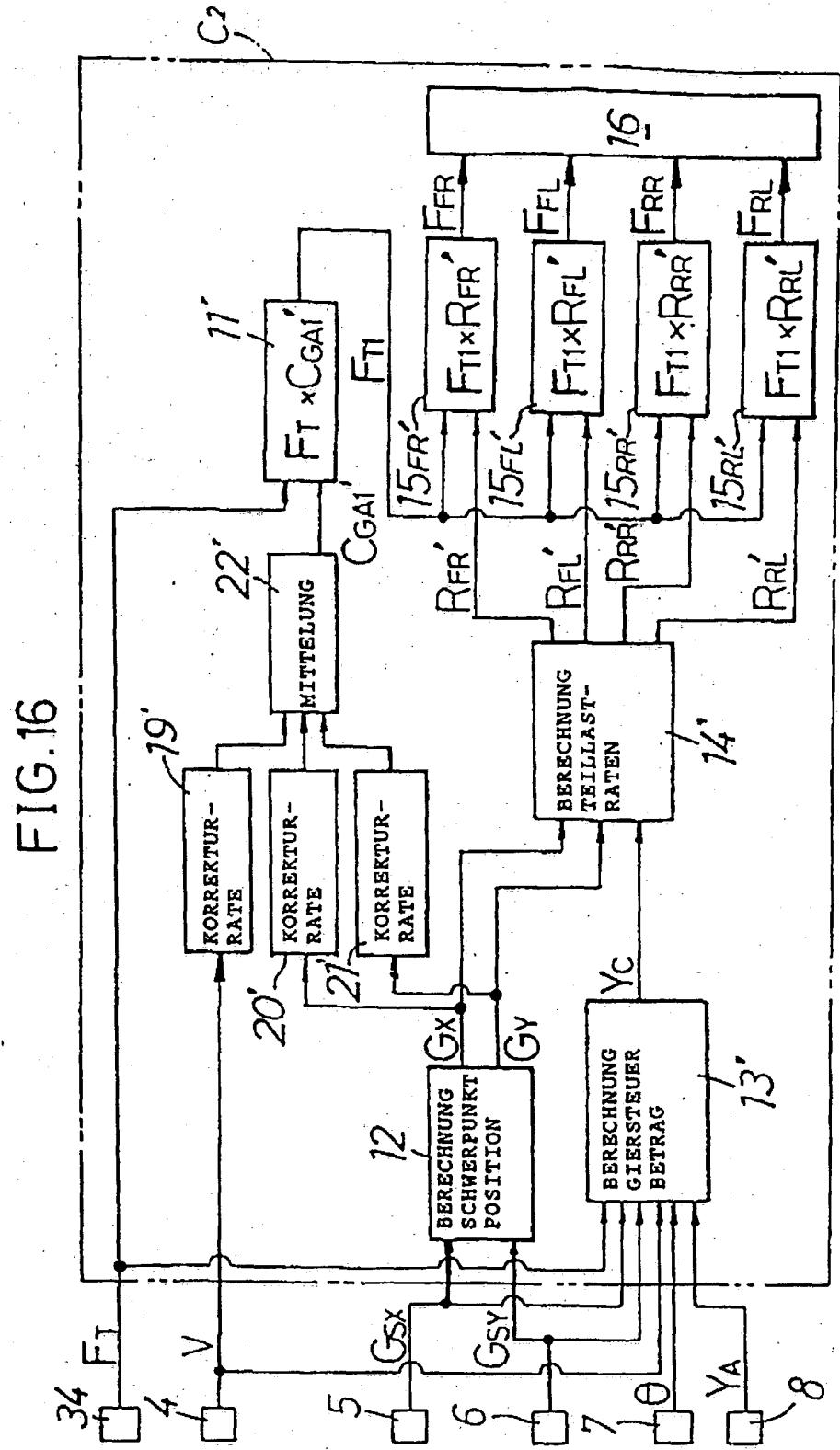


FIG.17

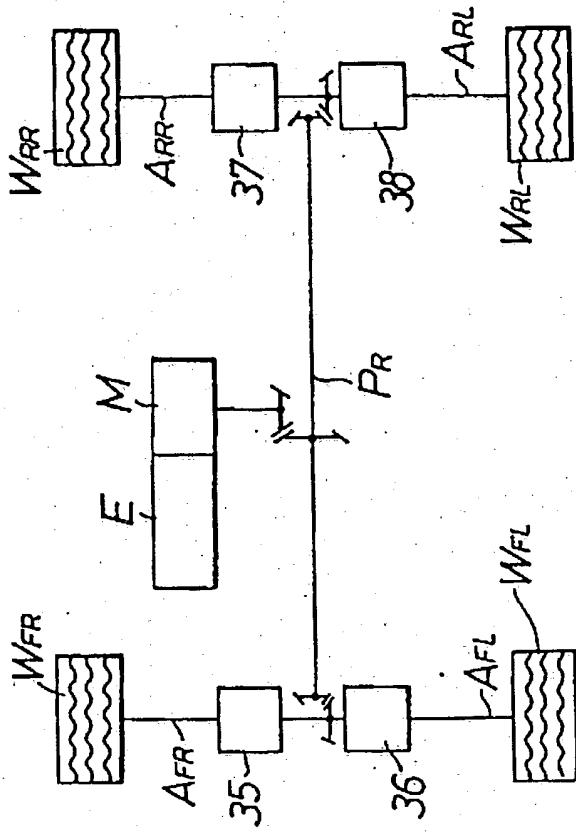


FIG.18

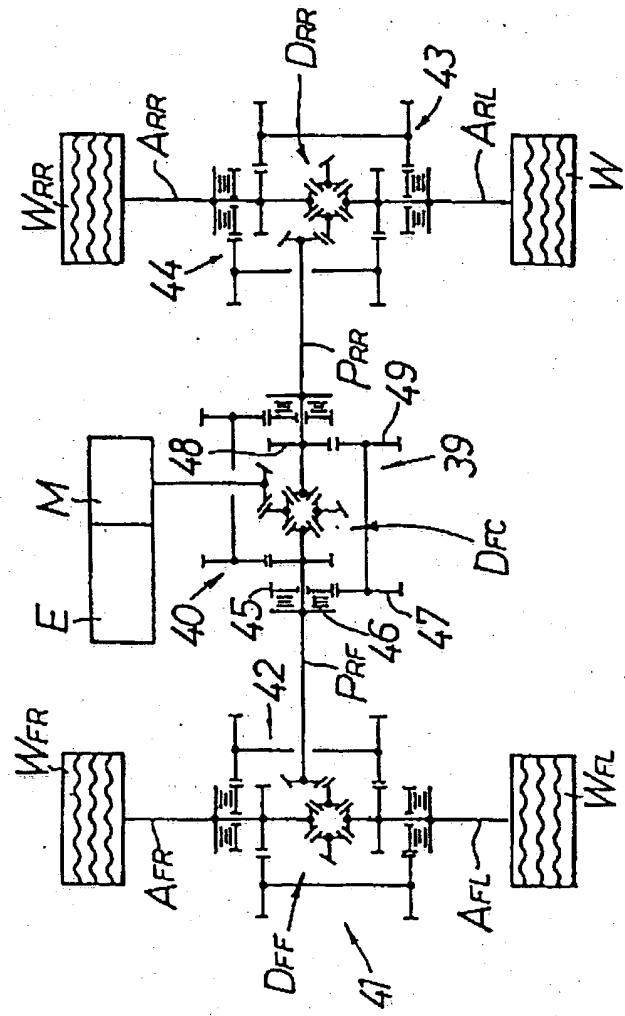


FIG. 19

